

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle**  
**Bureau international**



**(43) Date de la publication internationale  
8 décembre 2005 (08.12.2005)**

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/117069 A1**

**(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H01J 65/04**

### (71) Déposants et

**(21) Numéro de la demande internationale :**  
PCT/FR2005/001063

(72) Inventeurs : **SORTAIS, Pascal** [FR/FR]; 30, Chemin de Rochasson, F-38240 Meylan (FR). **PELLET, Xavier** [FR/FR]; 18, allée des Brandons, F-38240 Meylan (FR).

(22) Date de dépôt international : 28 avril 2005 (28.04.2005)

(74) **Mandataires : HECKE, Gérard** etc.; Cabinet Hecke,  
WTC Europole, 5, Place Robert Schuman - BP 1537, F-  
38025 Grenoble Cédex 1 (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

**(26) Langue de publication :** français

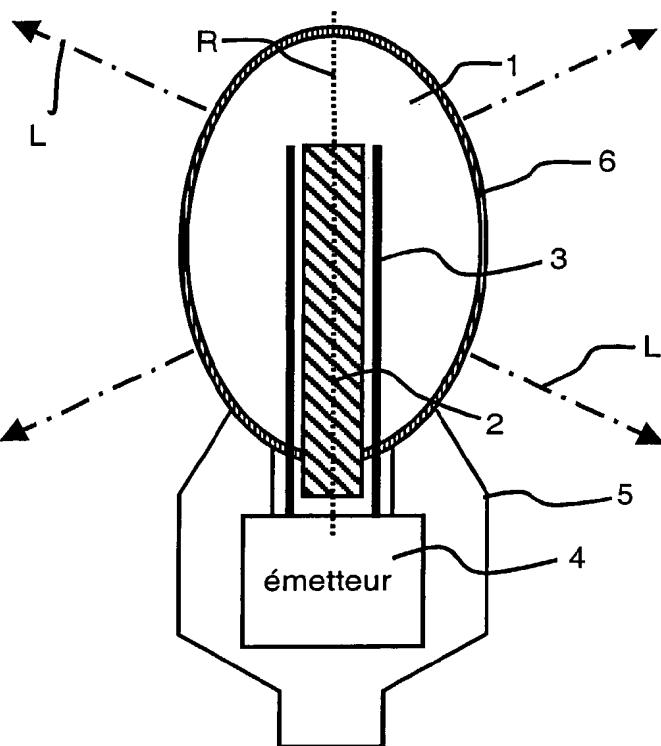
**(30) Données relatives à la priorité :**  
04 04551                    29 avril 2004 (29.04.2004)    FR

(81) **Etats designés** (*sauf indication contraire, pour tout type de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Suite sur la page suivante]

**(54) Title: LIGHT SOURCE WITH ELECTRON CYCLOTRON RESONANCE**

**(54) Titre : SOURCE LUMINEUSE A RESONANCE CYCLOTRONIQUE D'ELECTRONS**



4 Emitter

**(57) Abstract:** The invention relates to a light source comprising an emitter (4) which, by means of at least one antenna (3), creates a high-frequency electromagnetic wave in a sealed chamber (1) and which powers the lamp. According to the invention, the chamber (1) is equipped with a wall that is transparent to the light and contains a low-pressure gas. A permanent magnet (2) creates a static magnetic field inside the chamber (1). The respective values of the static magnetic field and the frequency of the electromagnetic wave are determined such as to cause an electron cyclotron resonance inside the chamber (1). Moreover, the emitter (4), the antenna (3) and the magnet (2) are disposed in relation to the chamber (1) such as to clear a solid angle of at least  $2 \pi$  steradians for the light. The antenna (3) can be disposed inside the chamber (1) and, optionally, can comprise the magnet (2). The magnet is essentially sheathed by the chamber (1).

**(57) Abrégé :** La source lumineuse comporte un émetteur (4) créant, par l'intermédiaire d'au moins une antenne (3), une onde électromagnétique ultra haute fréquence dans une enceinte (1) étanche et alimentant la lampe en énergie. L'enceinte (1) a une paroi transparente à la lumière et contient un gaz à basse pression. Un aimant permanent (2) crée, à l'intérieur de l'enceinte (1), un champ magnétique statique. Les valeurs respectives du champ magnétique statique et de la fréquence de l'onde électromagnétique sont déterminées de manière à provoquer à l'intérieur de l'enceinte (1) une résonance cyclotronique d'électrons. L'émetteur (4), l'antenne (3) et l'aimant (2) sont disposés par rapport

[Suite sur la page suivante]



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## Source lumineuse à résonance cyclotronique d'électrons

### Domaine technique de l'invention

5

L'invention concerne une source lumineuse alimentée par ultra haute fréquence, comportant un émetteur créant, par l'intermédiaire d'au moins une antenne, une onde électromagnétique ultra haute fréquence dans une enceinte étanche, ayant une paroi transparente à la lumière et contenant un gaz à basse pression, 10 la source comportant des moyens magnétiques destinés à créer à l'intérieur de l'enceinte un champ magnétique statique, les valeurs respectives du champ magnétique statique et de la fréquence de l'onde électromagnétique étant prédéterminées, de manière à provoquer à l'intérieur de l'enceinte une résonance cyclotronique d'électrons.

15

### État de la technique

Les sources de lumière, visible ou ultraviolette (UV), alimentées par ultra haute 20 fréquence comportent classiquement un émetteur créant une onde électromagnétique ultra haute fréquence dans une enceinte étanche, transparente à la lumière et contenant un gaz à basse pression. Une décharge à ultra haute fréquence permet d'ioniser le gaz et d'accélérer les électrons. Les électrons énergétiques ionisent le gaz, de manière à créer un plasma stationnaire. Lors de collisions entre les électrons et les ions, un rayonnement 25 lumineux est émis.

Le document GB2375603 décrit une source lumineuse UV comportant des moyens de contrôle permettant d'optimiser l'intensité du rayonnement UV émis, notamment dans la bande UVC du spectre ultraviolet.

- 5 Le document US6657206 décrit un système de génération de rayonnement UV comportant une chambre à micro-ondes dans laquelle est disposée une lampe à plasma. Un générateur à micro-ondes est couplé à la chambre à micro-ondes pour exciter le plasma dans la lampe à plasma qui émet, ainsi, un rayonnement UV.

10

La lumière UV est utilisée, par exemple, pour la caractérisation, l'imagerie, la photolithographie, la désinfection ou pour la production d'ozone. Dans la plupart des applications, une forte brillance est souhaitée. Cependant les sources connues ont souvent un rendement faible et/ou présentent des coûts importants 15 du fait d'une durée de vie limitée.

15

Par ailleurs, les sources de lumière classiques, à base de décharges gazeuses, comportent des électrodes en contact avec le plasma. L'usure des électrodes, due au bombardement par les ions du plasma, limite la durée de vie des 20 sources de lumière.

20

Le document GB1020224, par exemple, décrit une lampe ultraviolette à résonance cyclotronique d'électrons destinée à créer un plasma particulier à haute température et un rayonnement ultraviolet lointain. Le plasma est créé dans un tube à décharge contenant un gaz à basse pression. Deux électrodes sont disposées à l'intérieur du tube pour créer le plasma par l'intermédiaire 25 d'une décharge subsidiaire basse fréquence. Deux bobines entourent la périphérie extérieure du tube à décharge et créent un champ magnétique axial limitant le plasma essentiellement à l'axe central du tube. Le tube traverse les

parois latérales d'un guide d'onde couplé à une source haute fréquence, de manière à projeter un rayonnement électromagnétique dans le plasma, perpendiculairement au champ magnétique. Un faisceau de rayons ultraviolets parallèles est émis à travers une ouverture disposée au centre d'une des électrodes. Cette lampe est difficile à mettre en œuvre.

Le document US3,911,318 décrit une méthode et un appareil pour générer un rayonnement électromagnétique UV et visible de haute puissance. L'appareil est alimenté par un générateur radio-fréquence créant un champ radio-fréquence à l'intérieur d'un tube à plasma en quartz ou en silice fondue permettant au rayonnement UV de s'échapper. La pression de gaz dans le tube est suffisante pour soutenir la génération d'un plasma par micro-onde. L'appareil comporte des bobines de Helmholtz créant à l'intérieur du tube un champ magnétique statique. Un écran à mailles servant de guide d'onde permet de confiner le rayonnement radiofréquence. L'appareil permet d'illuminer seulement dans un angle solide limité. De plus, l'appareil est encombrant.

### Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, de permettre de réaliser une source de lumière sans électrode, et notamment une source UV compacte, fournissant une forte intensité de lumière et présentant un haut rendement.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, en particulier, par le fait que les moyens magnétiques sont constitués par au moins un aimant permanent enveloppé sensiblement par l'enceinte et par le fait que

l'émetteur, l'antenne et l'aimant sont disposés par rapport à l'enceinte de manière à libérer pour la lumière un angle solide d'au moins  $2\Pi$  stéradians.

## 5      **Description sommaire des dessins**

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

Les figures 1 à 5 représentent, en coupe, cinq modes de réalisation particuliers d'une source lumineuse selon l'invention.

La figure 6 représente, en fonction du temps, trois modes de réalisation particuliers de la puissance radiofréquence alimentant la source lumineuse selon l'invention.

## **Description de modes particuliers de réalisation**

20      La source lumineuse représentée sur la figure 1 comporte une enceinte 1, ayant sensiblement la forme d'une ampoule, étanche, ayant une paroi externe transparente à la lumière. L'enceinte 1 contient un gaz à basse pression, par exemple un ou plusieurs gaz rares à une pression totale de  $2\mu\text{bar}$ , du deutérium ou une vapeur de métal, par exemple du sodium, du zinc ou du mercure. Lorsque le gaz est une vapeur de mercure, la pression dans l'enceinte 1 peut être la pression de vapeur du mercure à température ambiante qui est de l'ordre de  $2\mu\text{bar}$ . La paroi de l'enceinte 1 peut être transparente uniquement dans une

bande spectrale souhaitée, par exemple dans une bande visible ou dans une bande UV. Typiquement, les matériaux utilisés pour les sources lumineuses ont une longueur d'onde de coupure située dans la bande UV du spectre électromagnétique, par exemple à 150 nm.

5

Sur la figure 1, un seul aimant 2 permanent et une antenne 3 reliée à un émetteur 4 pénètrent, de manière étanche, dans l'enceinte 1. L'aimant 2 permanent et l'antenne 3 sont alors disposés en partie à l'intérieur de l'enceinte 1 et en partie à l'extérieur de l'enceinte 1. Les parties disposées à l'extérieur de l'enceinte 1 sont disposées dans un boîtier 5, dans lequel est également logé l'émetteur 4. Celui-ci peut, par exemple, être un magnétron ou un émetteur à base de transistors, du type de ceux utilisés dans les téléphones portables, pouvant fonctionner à basse tension, par exemple à 3V. L'émetteur a, par exemple, une puissance comprise entre 1 Watt et 300W, selon le type d'émetteur.

10

L'aimant 2 crée, à l'intérieur de l'enceinte 1, un champ magnétique statique. L'émetteur 4 permet d'alimenter la source de lumière par une onde électromagnétique ultra haute fréquence créée dans l'enceinte 1. L'onde électromagnétique ultra haute fréquence permet d'ioniser le gaz et d'accélérer les électrons. La fréquence de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence est comprise entre 300MHz et 300GHz.

15

Dans le champ magnétique statique, les électrons sont soumis à une force perpendiculaire à leur vitesse. Les trajectoires des électrons sont alors sensiblement circulaires ou sous forme de spirales qui sont caractérisées, de manière connue, par un rayon de giration, inversement proportionnel au champ magnétique, et par une fréquence cyclotron qui est proportionnelle au champ

20

magnétique. Les électrons sont alors confinés par le champ magnétique statique.

Le rayon de giration et la fréquence cyclotron sont, en principe, définis uniquement dans un champ uniforme, tandis que le champ magnétique créé par un aimant 2 dont les dimensions sont de l'ordre de celles de l'enceinte 1, présente en fait un gradient dans l'enceinte 1. Cependant, le rayon de giration et la fréquence cyclotron permettent d'estimer certains ordres de grandeur, en particulier les valeurs respectives du champ magnétique statique et de la fréquence de l'onde électromagnétique. Ces valeurs sont prédéterminées de manière à provoquer à l'intérieur de l'enceinte une résonance cyclotronique d'électrons, au moins dans une zone de résonance disposée dans l'enceinte.

Le champ magnétique doit être suffisamment fort pour que le rayon de giration soit inférieur à la dimension de l'enceinte 1. Un champ magnétique de l'ordre de 0,1 Tesla, par exemple, permet de confiner les électrons dans une enceinte 1 ayant des dimensions de quelques décimètres, ce qui correspond à la dimension typique d'une source lumineuse. La fréquence cyclotron dans un champ de 0,1 Tesla est de l'ordre de 2 GHz.

Lorsque la fréquence de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence correspond à la fréquence cyclotron, on obtient un effet de résonance. La relation de résonance entre le champ magnétique statique B et la fréquence f de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence,  $B=f \cdot 2\pi \cdot m/e$ , dépend uniquement du rapport de la masse m et de la charge e de l'électron. Lorsque le champ magnétique statique est de 0,1 Tesla, la fréquence de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence est alors environ 2 GHz. On obtient ainsi une résonance cyclotronique d'électrons à l'intérieur de l'enceinte. De préférence, le champ magnétique statique est de 0,0875 Tesla et la fréquence

de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence est de 2,45 GHz, ce qui est une fréquence habituellement utilisée dans les sources ultra haute fréquence. Le champ magnétique statique présentant un gradient, les conditions de résonance ne sont pas forcément remplies dans la totalité de l'espace de l'enceinte. La zone de résonance maximale peut prendre une forme quelconque, définie par les distributions du champ magnétique statique et de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence. La forme de l'enceinte est, de préférence, adaptée à la distribution du champ de l'aimant 2 utilisé et l'antenne 3 est disposée de manière à ce que tout l'espace délimité par l'enceinte 1 reçoive l'onde électromagnétique ultra haute fréquence.

Il est à noter que les électrons peuvent, a priori, gagner ou perdre de l'énergie sous l'effet de l'onde électromagnétique, suivant l'orientation de leur vitesse par rapport au champ électrique de l'onde. De plus, les électrons subissent des collisions avec les ions du plasma, dans la zone de résonance. Cependant, les électrons étant confinés par le champ magnétique statique, il s'avère qu'après un grand nombre de passages dans la zone soumise à l'onde électromagnétique, le bilan en énergie des électrons est positif et peut être compris entre 1 électronvolt et quelques dizaines d'électronvolts par électron, par exemple 50eV. Ce bilan détermine l'alimentation en énergie de la source de lumière. L'énergie est ensuite émise lors de collisions inélastiques radiatives avec les ions, dans le spectre visible et, en particulier, dans le spectre UV.

L'efficacité lumineuse de la source lumineuse, supérieure à 100 lumens par Watt, est nettement plus élevée que celle des sources lumineuses connues, ce qui permet d'obtenir une luminosité prédéterminée à très basse puissance d'alimentation.

Lors d'une phase de démarrage de la source de lumière, les électrons accélérés ionisent davantage le gaz, de manière à augmenter la densité électronique. Or, de manière connue, un plasma sert d'écran pour les fréquences inférieures à la fréquence de coupure du plasma, qui dépend de la racine carrée de la densité électronique dans le plasma. La densité augmentant lors de la phase de démarrage, la fréquence de coupure augmente de manière correspondante jusqu'à ce que la fréquence de coupure atteigne la valeur de la fréquence de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence injectée. Le plasma atteint alors une densité électronique de saturation, typiquement après quelques dizaines de microsecondes. La pression minimale nécessaire pour le démarrage est de l'ordre de 0,4 µbar.

Dans la source lumineuse représentée à la figure 1, l'émetteur 4, l'antenne 3 et l'aimant 2 sont disposés, par rapport à l'enceinte 1, de manière à libérer pour la lumière un grand angle solide d'illumination, supérieur à  $2\pi$  stéradians. En effet, sur la figure 1, la lumière L est émise tout autour d'un axe de rotation R. Seul le boîtier 5 limite l'angle solide d'illumination de la source lumineuse. On obtient alors un grand champ d'illumination. Cette source lumineuse présente l'avantage de pouvoir fonctionner à basse température, par exemple à température ambiante. Cependant, une intensité maximale est obtenue à une température plus élevée, par exemple de l'ordre de 40°C.

Sur la figure 1, l'enceinte 1 enveloppe sensiblement l'aimant 2 et l'antenne 3 ce qui permet au gaz disposé dans l'enceinte d'absorber le rayonnement électromagnétique émis par l'antenne 3 de manière très efficace. De plus, la zone de résonance disposée dans l'enceinte 1 constitue automatiquement un écran de rayonnement permettant de limiter le rayonnement électromagnétique ultra haute fréquence à l'extérieur de la source lumineuse.

La source lumineuse fournit un rayonnement dans le spectre visible et dans le spectre UV, correspondant à des raies d'émissions des atomes et des ions du gaz. La raie à 254nm de l'atome de mercure non ionisé peut atteindre dix fois la brillance d'une lampe UV standard. Les raies d'émission des ions ayant des longueurs d'onde inférieures à 200nm sont particulièrement intenses. Les raies du mercure ionisé une fois, ayant des longueurs d'onde de 164,9nm et 194,2nm, sont environ cinq fois plus intenses que la raie à 254nm de l'atome de mercure non ionisé. Le choix du gaz et de la pression dans l'enceinte permet d'adapter le spectre de la source à son utilisation, notamment au régime UV souhaité. Par exemple, plus la pression est élevée, plus les raies émises à des longueurs d'ondes longues, c'est-à-dire des raies d'émissions d'atomes non ionisés dominent. La connaissance des spectres atomiques des atomes constituant le gaz et des spectres ioniques des atomes ionisés une ou plusieurs fois permet ainsi d'obtenir le rayonnement souhaité. Le rayonnement créé est caractérisé par les raies atomiques et ioniques correspondantes.

Pour constituer une source de lumière visible, l'enceinte 1 peut comporter, comme représenté à la figure 1, un revêtement fluorescent 6 transformant un rayonnement ultraviolet en rayonnement visible.

Dans la source lumineuse représentée à la figure 2, l'aimant 2 constitue simultanément l'antenne 3 de l'émetteur 4. L'enceinte 1 comporte un logement 7 externe pour l'aimant 2. Ainsi, l'aimant 2 est disposé en totalité à l'extérieur de l'enceinte 1 et n'est pas soumis à l'action du plasma lors du fonctionnement de la source lumineuse. L'enceinte 1 enveloppant sensiblement l'aimant 2 constituant l'antenne 3, la lumière est toujours émise dans un grand angle solide. La source lumineuse représentée à la figure 2 comporte un grillage 8 fin de protection contre le rayonnement à ultra haute fréquence, ce qui permet de respecter les normes de sécurité même dans le cas d'un fonctionnement à

5 haute puissance de l'émetteur 4. Un tel grillage 8 peut également être prévu dans le mode de réalisation de la figure 1 et dans les autres modes de réalisation décrits ci-dessous. Le grillage 8 fin peut être disposé à l'extérieur de l'enceinte 1, comme représenté à la figure 2, ou l'intérieur de l'enceinte 1, de manière à envelopper la zone de résonance dans laquelle est disposée l'antenne 3.

10 Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 3, l'aimant 2 et l'antenne 3 de l'émetteur 4 sont disposés en totalité à l'intérieur de l'enceinte 1. Ainsi, l'aimant 2 et l'antenne 3 sont complètement entourés par le gaz et ne imitent pas l'angle solide dans lequel la source rayonne. Seul le boîtier 5 limite le champ d'illumination. Sur la figure 3, l'enceinte 1 comporte un revêtement conducteur transparent 9 sur une face interne ou une face externe de la paroi de l'enceinte 1, entourant l'antenne 3 et constituant, ainsi, un écran de protection contre le rayonnement à ultra haute fréquence.

15

20 Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 4, l'enceinte 1 a une forme tubulaire et quatre aimants 2 sont disposés aux extrémités de l'enceinte 1 tubulaire, dans l'enceinte 1, de part et d'autre de l'axe central de l'enceinte, de manière à créer un piège magnétique pour les électrons et les ions du plasma. Pour constituer un tel piège, au moins deux aimants 2 sont nécessaires. Dans le mode particulier de réalisation représenté, l'antenne 3 est disposée le long de l'enceinte 1, d'un côté de celle-ci. L'enceinte 1 tubulaire permet d'obtenir la lumière dans un grand angle solide, au moins égal  $2\pi$  stéradians.

25

La source lumineuse selon l'invention peut être de dimensions quelconques et tout particulièrement de dimensions très petites si l'on adapte la longueur d'onde de l'onde électromagnétique injectée et le champ magnétique statique aux

dimensions de la source. Ainsi, la source représentée aux figures 1 à 3, par exemple, peut avoir des dimensions de l'ordre du centimètre, la fréquence de l'onde électromagnétique étant de l'ordre de 30 GHz et le champ magnétique statique étant de l'ordre de 1 Tesla. L'émetteur 4 ultra haute fréquence peut, par exemple, comporter un circuit microélectronique fournissant une puissance inférieure ou égale à 1 Watt. Une pluralité de sources lumineuses peut, par exemple, être regroupée sous forme d'un réseau.

La durée de vie de la source est limitée par la durée de vie de l'émetteur 4 qui est typiquement nettement supérieure à la durée de vie d'une source de lumière classique, par exemple celle d'une ampoule incandescente ou fluorescente. L'efficacité du couplage de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence et du plasma est très élevée grâce à la résonance cyclotronique d'électrons. L'efficacité lumineuse de la source est, ainsi, très bonne. L'énergie de l'onde électromagnétique ultra haute fréquence est essentiellement transférée aux électrons, et non aux ions, et est donc directement utile pour les collisions radiatives et ionisantes, sans chauffer le plasma, ce qui permet d'utiliser la source lumineuse à basse consommation.

Il est également possible de réaliser une modulation de la puissance  $P$  de l'onde radiofréquence injectée dans l'enceinte 1, par exemple sous forme d'impulsions de forme et fréquence quelconques. Ces impulsions sont, de préférence, rectangulaires comme représenté à la figure 6. Les trois courbes P1, P2 et P3 correspondent à une même puissance moyenne  $P_{mn}$  et, ainsi, à une même intensité lumineuse moyenne. En effet, selon la courbe P1 une puissance continue prédéterminée est injectée dans l'enceinte 1. La puissance continue ( $P_1$ ) est égale à la puissance moyenne  $P_{mn}$ . La puissance moyenne  $P_{mn}$  injectée est, de préférence, comprise entre 10 et 1000W. La courbe P2 représente des impulsions rectangulaires ayant une puissance maximale

Pmax2, par exemple avec une fréquence de 50Hz, et ayant un rapport cyclique tel que la puissance moyenne Pmn injectée dans l'enceinte 1 est la même que celle de la courbe P1. La courbe P3 présente une fréquence deux fois plus faible que celle de la courbe P2 (dans l'exemple 50Hz) et une puissance maximale Pmax3 des d'impulsions rectangulaires deux fois plus élevée que celle de la courbe P2. Ainsi, la puissance moyenne Pmn des courbes P2 et P3 est effectivement égale. Cependant, les puissances maximales des courbes P1, P2 et P3 étant différentes, les courbes P1, P2 et P3 correspondent à des spectres de lumière différents.

10

La suite d'impulsions rectangulaires n'est pas nécessairement périodique. En effet, on peut envisager d'injecter une suite d'impulsions ayant chacune une durée de l'ordre de la microseconde, par exemple. La durée d'une impulsion et/ou l'écart temporel entre deux impulsions successives peut être modulé. 15 Ainsi, le signal lumineux obtenu permet de coder une information, par exemple du type Morse.

La forme de l'enceinte 1 peut, par exemple, être une forme tubulaire (figure 4), un cylindre creux, un ovoïde (figures 1 à 3) ou un tube renflé comportant l'aimant 2 et/ou l'antenne 3 à l'intérieur ou à l'extérieur de l'espace rempli avec le gaz. Lorsque l'aimant 2 est disposé à l'extérieur de l'espace rempli avec le gaz, il est tout de même enveloppé sensiblement par l'enceinte 1, par exemple en disposant l'aimant 2 dans un logement externe, comme représenté à la figure 2. Un logement externe peut également être envisagé pour d'autres formes de l'enceinte 1, par exemple pour une enceinte tubulaire. Un autre exemple est représenté à la figure 5, où l'aimant 2 est disposé au centre de l'enceinte 1 qui présente la forme d'un cylindre creux. L'ensemble constitué par l'enceinte 1 et l'aimant 2 est, de préférence, entouré par un grillage 8 de protection contre le rayonnement à ultra haute fréquence.

Contrairement aux bobines de Helmholtz, l'aimant 2 permanent peut notamment être disposé de manière à ce que l'enceinte 1 enveloppe l'aimant, que l'aimant 2 soit disposé à l'intérieur de l'enceinte 1 (figures 1 et 3) ou à l'extérieur de l'enceinte 1 dans un logement externe (figure 2), tout en étant enveloppé par l'enceinte 1. Ainsi, peut être libéré un grand angle solide pour la lumière L. De plus, lorsque l'enceinte 1 comporte un grillage fin 8 de protection, l'aimant 2 peut alors être disposé à l'intérieur du grillage 8 (figure 2), tandis que, le grillage constituant une cage de résonance, les bobines de Helmholtz ne pourraient pas être disposées à l'intérieur du grillage à cause de l'incompatibilité des bobines et du champ radiofréquence. Or, les dimensions minimales de la cage de résonance sont déterminées par la fréquence de résonance. Par exemple, pour une fréquence de résonance de 2,45 GHz, la cage de résonance doit avoir des dimensions minimales comprises entre 6cm et 10cm. L'utilisation d'un aimant permanent permet alors de réduire les dimensions de l'ensemble de la source de lumière aux dimensions de la cage de résonance, tandis que les bobines de Helmholtz s'ajouteraient aux dimensions de la cage de résonance.

De plus, les bobines de Helmholtz nécessitent des connexions électriques supplémentaires. On améliore, ainsi, la compacité de la source lumineuse, qui est particulièrement nécessaire pour le cas d'une source lumineuse portable ou pour l'intégration de la source dans d'autres dispositifs.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers représentés aux figures. Le grillage fin de protection peut recouvrir l'enceinte et/ou l'ensemble constitué par l'enceinte et les antennes et éventuellement les aimants. Le fonctionnement de la source lumineuse est indépendant de la forme géométrique de l'aimant et de l'enceinte.

**Revendications**

1. Source lumineuse alimentée par ultra haute fréquence, comportant un émetteur (4) créant, par l'intermédiaire d'au moins une antenne (3), une onde électromagnétique ultra haute fréquence dans une enceinte (1) étanche, ayant une paroi transparente à la lumière et contenant un gaz à basse pression, la source comportant des moyens magnétiques destinés à créer à l'intérieur de l'enceinte (1) un champ magnétique statique, les valeurs respectives du champ magnétique statique et de la fréquence de l'onde électromagnétique étant prédéterminées, de manière à provoquer à l'intérieur de l'enceinte une résonance cyclotronique d'électrons, source caractérisée en ce que les moyens magnétiques sont constitués par au moins un aimant (2) permanent enveloppé sensiblement par l'enceinte (1) et en ce que l'émetteur (4), l'antenne (3) et l'aimant (2) sont disposés par rapport à l'enceinte (1) de manière à libérer pour la lumière un angle solide d'au moins  $2\pi$  stéradians.

2. Source de lumière selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'antenne (3) est disposée à l'intérieur de l'enceinte (1).

3. Source de lumière selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que l'aimant (2) constitue l'antenne (3).

4. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'aimant (2) est disposé à l'intérieur de l'enceinte (1).

5. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'aimant (2) est disposé à l'extérieur de l'enceinte (1).

6. Source de lumière selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'enceinte (1) comporte un logement (7) externe pour l'aimant (2).

5 7. Source de lumière selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'aimant (2) et l'antenne (3) pénètrent dans l'enceinte (1) de manière étanche.

8. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'enceinte (1) comporte un revêtement fluorescent (6) transformant un rayonnement ultraviolet en rayonnement visible.

10

9. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'enceinte (1) comporte un revêtement conducteur transparent (9).

15

10. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la source comporte un grillage (8) fin de protection contre le rayonnement ultra haute fréquence.

20

11. Source de lumière selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que l'enceinte (1) a une forme choisie parmi les formes tubulaires, les cylindres creux et les ovoïdes.

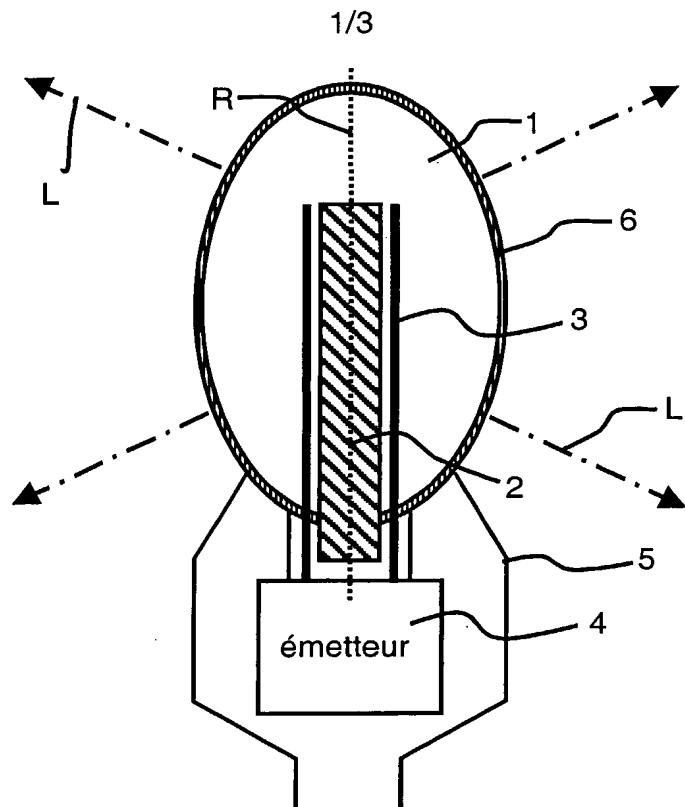


Figure 1

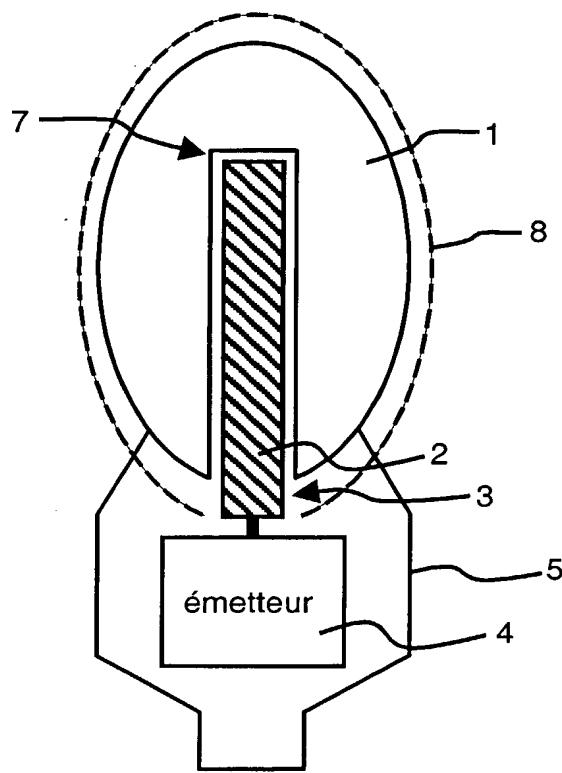
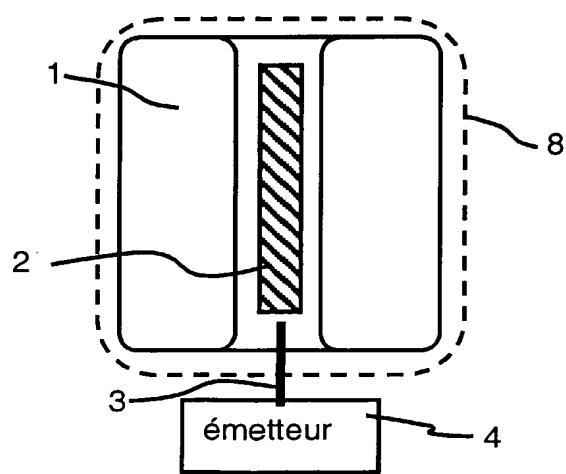
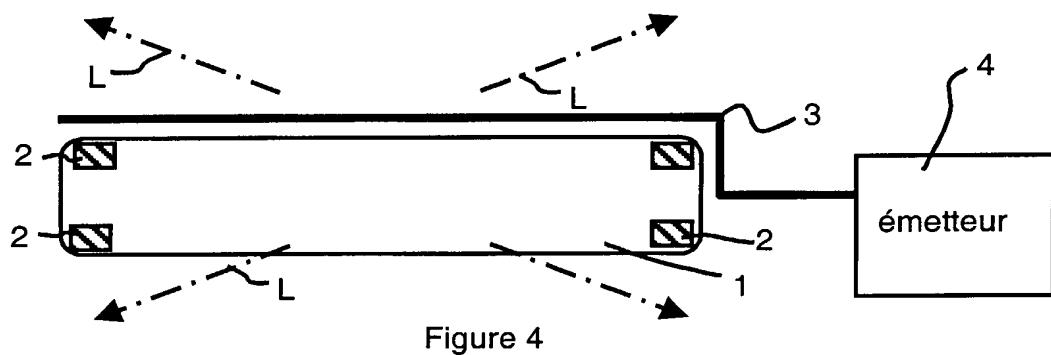
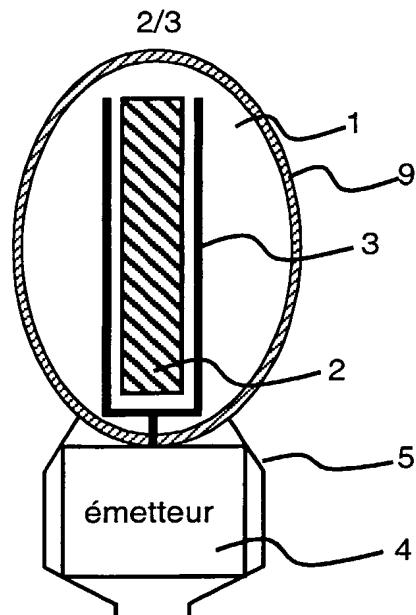
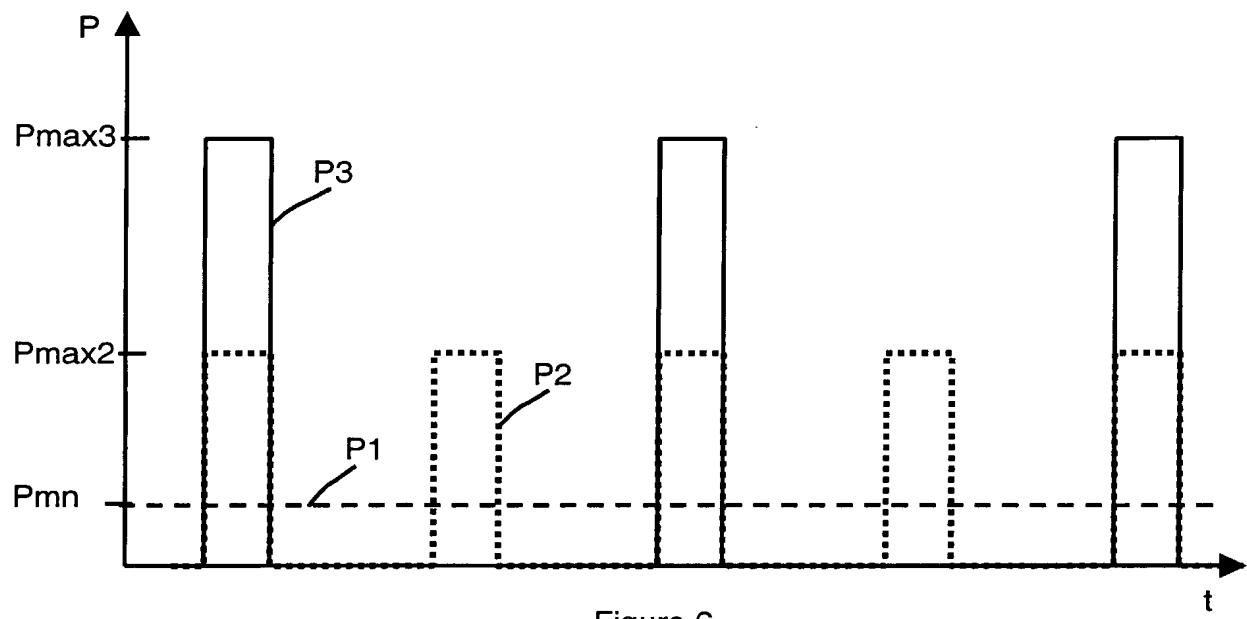


Figure 2





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/001063

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 H01J65/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 911 318 A (URV MICHAEL G ET AL) 7 October 1975 (1975-10-07) column 8, line 29 – line 31; claims 1-3; figures column 10, line 49 – line 66 -----	1,5,6, 10,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 February 1996 (1996-02-29) -& JP 07 263160 A (DAIHEN CORP), 13 October 1995 (1995-10-13) abstract; figures 1-3 paragraphs '0008!, '0010!, '0015!; claims 1,2 ----- -/-	1,5,6,10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2005

Date of mailing of the international search report

14/10/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Smith, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2005/001063

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 25, 12 April 2001 (2001-04-12) -& JP 2001 210489 A (VICTOR CO OF JAPAN LTD), 3 August 2001 (2001-08-03) abstract; figures paragraph '0003! -----	1,6,7
A	DE 27 48 347 A (GTE LABORATORIES INC) 3 May 1979 (1979-05-03) claim 1; figure 1 -----	1,9
A	DE 42 02 734 A (LEYBOLD AG) 5 August 1993 (1993-08-05) column 1, line 54 - line 59 column 2, line 4 - line 5; claim 1; figures -----	1,5
A	US 5 412 289 A (THOMAS ROBERT J ET AL) 2 May 1995 (1995-05-02) abstract; claim 1; figure 2 column 3, line 38 - line 41 -----	1,8-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/FR2005/001063

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 3911318	A	07-10-1975	NONE		
JP 07263160	A	13-10-1995	NONE		
JP 2001210489	A	03-08-2001	NONE		
DE 2748347	A	03-05-1979	DE	2748347 A1	03-05-1979
DE 4202734	A	05-08-1993	DE	4202734 A1	05-08-1993
US 5412289	A	02-05-1995	NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2005/001063

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01J65/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 911 318 A (URV MICHAEL G ET AL) 7 octobre 1975 (1975-10-07) colonne 8, ligne 29 – ligne 31; revendications 1-3; figures colonne 10, ligne 49 – ligne 66 -----	1,5,6, 10,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 février 1996 (1996-02-29) -& JP 07 263160 A (DAIHEN CORP), 13 octobre 1995 (1995-10-13) abrégé; figures 1-3 alinéas '0008!, '0010!, '0015!; revendications 1,2 ----- -/-	1,5,6,10

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29 août 2005

14/10/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Smith, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2005/001063

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 25, 12 avril 2001 (2001-04-12) -& JP 2001 210489 A (VICTOR CO OF JAPAN LTD), 3 août 2001 (2001-08-03) abrégé; figures alinéa '0003! -----	1,6,7
A	DE 27 48 347 A (GTE LABORATORIES INC) 3 mai 1979 (1979-05-03) revendication 1; figure 1 -----	1,9
A	DE 42 02 734 A (LEYBOLD AG) 5 août 1993 (1993-08-05) colonne 1, ligne 54 – ligne 59 colonne 2, ligne 4 – ligne 5; revendication 1; figures -----	1,5
A	US 5 412 289 A (THOMAS ROBERT J ET AL) 2 mai 1995 (1995-05-02) abrégé; revendication 1; figure 2 colonne 3, ligne 38 – ligne 41 -----	1,8-11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No  
PCT/FR2005/001063

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3911318	A 07-10-1975	AUCUN	
JP 07263160	A 13-10-1995	AUCUN	
JP 2001210489	A 03-08-2001	AUCUN	
DE 2748347	A 03-05-1979	DE 2748347 A1	03-05-1979
DE 4202734	A 05-08-1993	DE 4202734 A1	05-08-1993
US 5412289	A 02-05-1995	AUCUN	